

「電解水による土壌中放射能の低減に関する調査」

報 告 書

平成 26 年 2 月

公益財団法人

原子力バックエンド推進センター

電解水による土壌中放射能の低減に関する調査

1. 背景と調査の概要

東京電力福島第一原子力発電所の事故に伴い環境中に放出された放射性物質により汚染された土壌や廃棄物に関して、株式会社ミカサ環境開発（ミカサ環境開発、という）が提供する「特殊な電解水」の噴霧により土壌等からの線量率低減が期待できるとする、福島県内での実地試験結果が報告されている。（ミカサ環境開発のレポート類）

公益財団法人原子力バックエンド推進センター（RANDEC）は、ミカサ環境開発の用意した高い比放射能（100万 Bq/kg クラス）の土壌及び「特殊な電解水」を噴霧した2水準の土壌及び水道水を噴霧した土壌の4試料について、放射性セシウムの濃度分析を行い、比放射能の比較・検討を実施した。

2. 調査項目

- (1) 平成26年1月10日に福島工業団地内加藤鉄工株式会社において実施された交流電磁場電解水素発生装置（GFX-11 MA 1）により製造された2水準の電解水（電解水A、電解水Bという）を噴霧させた土壌等の線量率測定試験の立会及び線量率等の測定データの確認。
- (2) (1)に先立ち、上記装置により製造された電解水に関して、ミカサ環境開発のデモンストレーション立会と電解水挙動の確認。
- (3) 上記4試料の放射能濃度（比放射能）測定のための試料調製（U8型容器）立会及び試料の確認。
- (4) 土壌等の放射能濃度分析（1月15日及び1月27日の第2回）と確認
- (5) 含水量の測定試験
- (6) 取りまとめ

3. 調査方法

調査項目（1）～（2）に関しては、記載を省略する。

(1) 試料の調整と分取

本調査に使用した試料は、平成26年1月10日に加藤鉄工所においてU8型容器に収納し調製した土壌等の以下の4試料である。（写真1）

- ① 土壌、②水道水噴霧土壌、③電解水A噴霧土壌及び④電解水B噴霧土壌

1月15日茨城県東海村の検査開発株式会社において、前日送付された4試料のうち土壌試料をU8に入れたままの状態、試験的にGe半導体検出器で計測したところ、数え落とし割合が30%以上であり、規格から5%以内という精度で測定する必要がある、4試料ともに新しいU8型容器に各約5gを分取した。以下に採取方法を記す。

- ・長尺スプーンの枝先でU8内の土壌を手で攪拌し均一化を図ったのち軽く土壌を固めた。

- ・約 5 mm 径のプラスチックストローで土壌の 5 か所において表面から U8 型容器の底までの円筒状のサンプリングを行い（約 5 グラム）を採取した。（写真 2、写真 3）
- ・最終的に土壌を均一な厚さ（3 mm 程度）となるように均して秤量した。（写真 4、写真 5）

（2） 第一回測定

Ge 半導体検出器にて放射能濃度測定する前に、放射能の目安として NaI サーベーターにて U8 型容器底の線量率を測定した。土壌等の試料の測定位置は Ge 半導体検出器の検出部レベルに合わせている。計数時間は 1800 秒とした。

使用した Ge 半導体検出器装置は GEM20P4-70 型装置（検出器：ORTEC 社、分解能は 2.00KeV）である。NaI シンチレータは TCS-172Bkata（日立アロカメディカル社）を使用した。

（3） 試料の保管

4 試料共に第一回分析終了後、U8 型容器の上蓋をセロテープで封印し、RANDEC 東海事務所 3 階の南側の窓際の日向に定置した。1 月 27 日の第二回の放射能濃度測定まで約 11 日間保管した。保管中に U8 型容器の内側には露結による水滴が確認できた。土壌のみの U8 型容器にも水滴が僅かに確認できた。（写真 6）

（4） 第 2 回測定

1 月 27 日に第 2 回目の測定を行った。測定法等は第一回測定と同様である。検査開発株式会社において Ge 半導体検出器によるガンマ線（Cs,134 及び Cs-137）の放射能濃度を測定した。それに先立ち、比較のため、U8 型容器の重量測定並びに NaI シンチレータによる線量率測定を行い、第一回測定時のデータと比較した。（写真 7、写真 8、写真 9）

（5） 含水量の測定

各試料について 2 月 5 日及び 2 月 12 日～13 日に恒温脱気装置において水分を乾燥させた。最初は 60℃で 2 時間、2 回目は 65℃で 24 時間実施し、蒸発した水分重量を算出した。

4、調査結果

（1） 放射能濃度測定結果

第一回（1 月 15 日）及び第二回（1 月 27 日）における対象 4 試料の放射能測定結果及び関連測定データを表 1 に示す。以下に主要な結果を記す。

- ① 1 月 27 日に測定した 4 つの試料は、いずれも 1 月 15 日の測定に比べ比放射能（kg 当たりの放射能）の増大が認められる。一方、重量は減少している。放射能濃度の上昇割合は水分の減少割合とほぼ同じであった。両日の放射能濃度は水分量を補正すると、ほぼ同じ放射能濃度となり、12 日間の日向での保管の影響はない。
- ② 1 月 10 日に福島市内で採取した土壌を除く 3 つの試料（水道水、電解水 A 及び電解水 B）の比放射能は 2 回の測定ともに土壌に比し小さい。また、電解水 A 及び電解水 B

においては、水道水に比べ 30~40%程度低めに測定された。それには、上述のように水分量（噴霧）による影響が含まれているおそれもあり、この時点で比放射能を単純に比較できないため、各試料の含水量を評価する必要があった。

（２）含水量の測定結果

表 2 に 2 月 5 日及び 2 月 12 日～13 日の乾燥処理による蒸発した水分量を各試料に示す。

2 月 13 日の処理（65℃×24 時間）までに 4 試料中の水分は殆ど蒸発したと考えられる。水分重量は約 5 g 中に土壌では 0.19 g、水道水では 1.66 g、電解水 A では 1.39g、電解水 B では 1.53g であった。この段階では、4 試料の含水状態は量的には同じと考えられる。（大部分蒸発した）

5. 考察

（１）土壌等の試料の調製、分取及び放射能分析手法等に関する評価

水道水、電解水 A 及び電解水 B を含んだ土壌に関して、第二回測定及び含水量算出に至るまでの全作業プロセスにおいて、人的に試料の状態変化に関与できる機会は 2 回ある。第一は加藤鉄工所において各約 50 g の土壌を U8 型容器に収納し、電解水等を噴霧し、容器内を攪拌した時（1 月 10 日）、及び 1 月 15 日に東海において新しい U8 型容器に土壌を分取・採取した時である。この時の状態変化に関しては本調査では不明であるが、それ以外の取扱い全プロセスにおいて放射能濃度の分析結果に有意な影響をもたらす要因はないと考える。

（２）放射能濃度測定結果の評価

表 2 の最右列に土壌重量を補正した比放射能を 4 試料について示す。土壌の比放射能を基準とすれば、電解水 A 及び電解水 B の比放射能は最大 40%程度低い数値を、一方、水道水では逆に 7%程度高い数値を示している。土壌と水道水での数値の差は、試料のサンプリングにおける放射能のバラつきに求められ、このことは、基準とする土壌の放射能濃度にもサンプリングに起因するバラつきが含まれていること意味する。更に、土壌試料も含め水道水及び電解水を加えた土壌の初期の放射能濃度を測定していないので、サンプリングにおける放射能濃度のバラつきが排除できず、これらのデータから放射能濃度の増減を論ずることはできない。

なお、日向での保管による放射能の変化はない。

これらのことを考慮し調査から分かったことは以下の通りである。

電解水 A 及び電解水を噴霧した試料では放射性セシウムは土壌に比し 40%程度低い比放射能を呈している。放射能が低い理由については、放射能消滅や遮蔽効果によるものとは考え難く、原因は不明である。土壌中のセシウム濃度のバラつきも影響している可能性は排除できない。

謝 辞

本調査に当たり、1月10日の福島工業団地加藤鉄工所での降雪の中、試験準備、試料調製また、電解水挙動のデモンストレーション作業を実施された（株）ミカサ環境開発の宮本社長及び関係者、参加された日本資源興業株式会社漢那社長、奥羽大学の伊藤准教授をはじめとする協力者、また、検査開発株式会社の後藤課長には、分析上の種々のコメントを頂いたことを付記し、お礼申し上げます。

以上

表1 土壌等の放射能濃度測定結果

項目	試料名	測定日	試料重量 (グラム)	測定時間 (s)	表面線量率	試料中の放射能濃度 (Bq/kg)	
					μSv/h	Cs-134	Cs-137
1	土壌	1	4.83	1800	1.21	356,000	863,000
		2	4.77	同上	1.3	359,000	878,000
2	水道水	1	4.91	1,800	0.93	264,000	636,000
		2	4.21	同上	0.95	308,000	744,000
3	電解水 A	1	4.86	1,800	0.65	159,000	387,000
		2	4.42	同上	0.62	174,000	425,000
4	電解水 B	1	5.16	1,800	0.68	176,000	430,000
		2	4.89	同上	0.73	188,000	456,000

- ・測定日1は1月15日、測定日2は1月27日、
- ・表面線量率はNaIシンチレータ（日立アロカ社製）による。
- ・Ge半導体検出器はORTEC社製

表2 水分除去処理後の土壌等の重量及び重量補正後（第一回目の放射能濃度基準）の放射能濃度（平成26年2月5日、2月13日）

試験体	項目	第一回 (1月15日)	第二回 (1月27日)	(第三回) 2月5日乾燥前	2月5日 乾燥後	(第四回) 2月12日再乾燥前	2月13日 再乾燥後	全水分重量変化	土壌重量	評価放射能濃度
土壌	土壌重量	4.83	4.77							
	水分量変化 (g)		-0.06	0	-0.11		-0.02	-0.19		
	再乾燥後土壌重量								4.64	
	濃度 (Cs-137)	863,000 Bq/kg	878,000 Bq/kg							898,000Bq/kg
	土壌重量補正後		(889,000Bq/kg)							
水道水	土壌重量	4.91	4.21							
	水分量変化		-0.70	-0.23	-0.72		-0.01	-1.66		
	再乾燥後土壌重量								3.25	
	濃度 (Cs-137)	636,000 Bq/kg	744,000 Bq/kg							960,000Bq/kg
	土壌重量補正後		(741,000Bq/kg)							
電解水 A	土壌重量	4.86	4.42							
	水分量変化		-0.44	-0.20	-0.74		-0.01	-1.39		
	再乾燥後土壌重量								3.47	
	濃度 (Cs-137)	387,000 Bq/kg	425,000 Bq/kg							542,000Bq/kg
	土壌重量補正後		(425,000Bq/kg)							
電解水 B	土壌重量	5.16	4.89							
	水分量変化		-0.27	-0.26	-0.99		-0.01	-1.53		
	再乾燥後土壌重量								3.63	
	濃度 (Cs-137)	430,000 Bq/kg	456,000 Bq/kg							611,000Bq/kg
	土壌重量補正後		(453,000Bq/kg)							

乾燥はプラスチック容器の耐熱性の問題から安全のため60℃×2時間とした。再乾燥条件は65℃×24時間とした。



写真1 (株) ミカサ環境の U8 型容器に収納した 4 種類の分析用試料
(1月10日福島市内加藤鉄工所)



写真2 U8 型容器内土壌試料の手動攪拌
(1月15日検査開発株式会社内)



写真3 分析試料の分取 (同上)

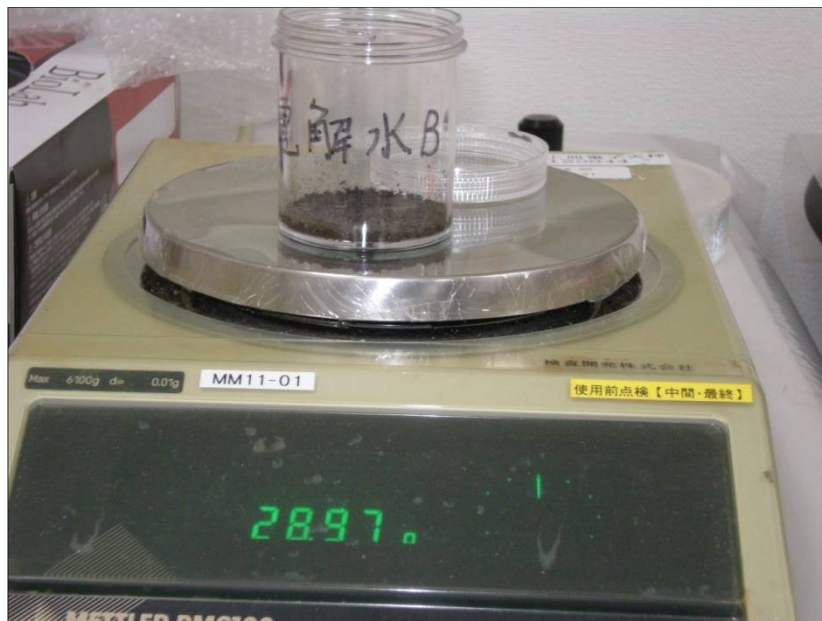


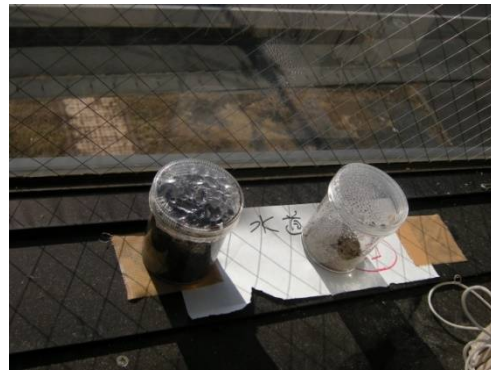
写真4 分析用試料の秤量 (同上)



写真5 電解水 B の分析用試料の表面 (同上)



1



2



3



4

写真6 RANDEC 東海事務所における土壌等試料の保管状況
(1 : 土壌、2 : 水道水、3 : 電解水 A 及び4 : 電解水 B)



写真7 電解水 A の重量測定 (1月27日、於検査開発株式会社)



写真8 第2回目の測定を行った4試料 (同上)



写真9 NaIシンチレータによるU8型容器の線量率測定

参考資料 調査項目(1)の測定データとまとめ

平成 26 年 1 月 10 日に福島工業団地内加藤鉄工株式会社において実施された交流電磁場電解水素発生装置により製造された 2 水準の電解水（電解水 A、電解水 B）を噴霧させた土壌等の線量率測定試験の立会及び線量率等の測定データの確認を行った。サーベーターは関西電子社製 CRM301 型装置である。確認したデータを下表に示す。

金属容器を用いた工場での測定データ

試料名称	重量 (g) *1	線量率*2	
		噴霧前	噴霧後 (約 5 分後)
土壌	108	13.33	
水道水	108	13.65	13.70
電解水 A	108	13.73	11.77
電解水 B	108	13.63	10.94

* 1 : 風袋を除く重量、* 2 : 3 回の測定結果の平均値 (Blk テスト : 0.069 μ Sv/h)

まとめ

電解水を噴霧した土壌の金属容器下部での線量率は土壌と水道水に比し 10~20%低下している。また、電解水を噴霧した直後から線量率が減少している。水道水では変化はない。

線量率はサーベーターのタイプにもよるが β 線は今回用いられた金属容器に遮蔽されるため大半は γ 線の数値と考えられる。



土壌の採取



電解水 A の噴霧後攪拌



電解水 A の遮蔽容器内線量率測定（上蓋は外して撮影）